

# UGLJIČNI OTISAK

## UVOD

U današnje vrijeme pojedinac može svojim odlukama utjecati u kojoj mjeri će opteretiti okoliš odnosno koliko će utjecati na klimatske prilike u budućnosti. Znanstvenici su uvođenjem ugljičnog otiska postavili kriterije i omogućili matematičko izračunavanje količine ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub>) koju svatko od nas izravno ili posredno emitira u atmosferu. Kalkulatori za izračun emisija ugljičnog dioksida dostupni su na internetu, no kod većine se sam izračun naplaćuje. Rezultati ukazuju na to da izborom energije iz obnovljivih izvora, ekološki prihvatljivijom vrstom transporta, ekološkom i povratnom ambalažom, recikliranjem, izborom prehrane te općenito manjom potrošnjom možemo utjecati na smanjenje vlastitog ugljičnog otiska. Osim ugljičnog dioksida kojeg prirodno ima u našem zraku, veliki utjecaj na klimatske promjene ima još pet vrsta plinova koje nazivamo stakleničkim plinovima jer doprinose zagrijavanju naše planete. Svakako je potrebno krenuti od sebe i vlastitih izbora, no bez globalnih promjena i sudjelovanja najvećih onečišćivača neće doći do smanjenja emisija a ugljični otisak će stalno rasti.

## ŠTO JE UGLJIČNI OTISAK?

Prema definiciji: „ugljični otisak je količina emisije ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub>) povezana sa svim aktivnostima osobe ili drugog entiteta

(npr. zgrada, korporacija, država itd.). Uključuje izravne emisije, poput onih koje nastaju izgaranjem fosilnih goriva u proizvodnji, grijanju i transportu, kao i emisije potrebne za proizvodnju električne energije povezane s potrošnjom robe i usluga“ (Izvor: Britanica, 2021.). Osim emisija CO<sub>2</sub> neophodno je pratiti i utjecaj emisija drugih stakleničkih plinova, poput vodene pare (H<sub>2</sub>O), metana (CH<sub>4</sub>), dušikovog suboksida (N<sub>2</sub>O) ili klorofluorougljikovodika ili fluoriranih plinova (CFC). Osnovna značajka svih ovih plinova je da u određenoj mjeri otežavaju izlazak dugovalnog toplinskog zračenja iz zemljine atmosfere zbog čega dolazi do globalnog povišenja temperature atmosfere, a neki negativno utječu i na koncentraciju ozona (O<sub>3</sub>) u stratosferi. Prema podacima iz 16. broja WMO Greenhouse Gas Bulletina, u 2019. godini CO<sub>2</sub> je činio oko 66 % stakleničkih plinova, CH<sub>4</sub> oko 16 %, N<sub>2</sub>O oko 7 %, CFC oko 7 % i 4 % ostalo.

## ZAŠTO UGLJIČNI OTISAK STALNO RASTE?

Ako izuzmemo fluorirane plinove koje je proizveo čovjek, ostali plinovi su ionako bili prisutni u našem svakodnevnom životu, no danas svakako utječemo na njihovu količinu koju emitiramo u zrak. S početkom industrijske revolucije krajem 18. stoljeća i rastom stanovništva mijenjale su se i navike, ali i potrebe sve zahtjevnijeg društva koje je težilo napretku. Otkrićem motora s unutarnjim

sagorijevanjem i korištenjem fosilnih goriva, poglavito nafte i zemnog plina, počeo je eksponencijalni rast oslobođenog CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O i CH<sub>4</sub> u zraku koji do danas stalno raste. Rast globalne populacije značio je i povećanu potražnju za hranom, odjećom, opremom i uređajima, vozilima i drugim proizvodima za koje je trebalo proizvesti sirovine, iste obraditi te na kraju gotov proizvod dovesti do potrošača. Danas su glavni emiteri ova tri staklenička plina, proizvodnja električne energije upotrebom fosilnih goriva, rudarstvo, metalurgija, proizvodnja cementa, kemijska i petrokemijska industrija, prijevoz ljudi i dobara ali i promjene u okolišu uzrokovane stalnim krčenjem šuma zbog širenja poljoprivredne proizvodnje. Osim krčenja sve je izraženije propadanje šuma zbog kiselih kiša, a one predstavljaju svojevrsna pluća planeta jer koriste CO<sub>2</sub> za fotosintezu. Urbanizacijom sve veći negativni utjecaj imaju i otpadne vode odnosno njihovo pročišćavanje. Rast standarda utjecao je i na povećanu potrebu za prijevozom ljudi kroz svakodnevnu lokalnu migraciju ali i u turističke svrhe gdje je prisutan prijevoz kopnom, zrakom i vodenim putem, a uskoro kreću i prvi letovi u zemljinu orbitu. U razvijenim se zemljama prekomjerno troši hrana, odjeća, oprema i uređaji, a sve to u konačnici rezultira povećanim nastankom otpada koji je potrebno obraditi odnosno zbrinuti.

Što se tiče fluoriranih plinova njih ima puno manje od prethodno navedenih, ali su puno agresivniji u atmosferi. Njih je proizveo čovjek u svrhu rashlađivanja, a koriste se i u proizvodnji raznih pjena, upotrebljavaju se kao aerosoli, pogonska sredstva, razna otapala i usporivači gorenja. Klimatizacija je vrlo važan segment jer se ona ne odnosi samo na stambene i uredske prostore, već i na prijevoz i skladištenje hrane koja mora zadržati svježinu do krajnjeg kupca. U tom se kontekstu može promatrati i energetska učinkovitost prostora za stanovanje i boravak ljudi jer se gubitak toplinske energije uglavnom nadomješta novom toplinom odnosno novim hlađenjem.

## SPORAZUMI I PROTOKOLI

Još 1987. godine s potpisivanjem Montrealskog sporazuma krenulo se u proces smanjivanja upotrebe freona, halona i drugih halogeniranih ugljikovodika za 50 %, a naknadnim revizijama

1990. godine u Londonu i 1992. godine u Kopenhagenu zatraženo je da se oni u potpunosti zabrane i povuku iz upotrebe. Te sporazume je do sada prihvatilo i potpisalo 150 zemalja, a među njima je i Republika Hrvatska. Protokol iz Kyota uz Okvirnu konvenciju Ujedinjenih naroda o promjeni klime od 2005. godine do sada potpisale su 192 zemlje, a obvezujući je za industrijske zemlje i gospodarstva u tranziciji sa svrhom ograničenja i smanjenja emisije stakleničkih plinova u skladu s dogovorenim pojedinačnim ciljevima. Zemlje potpisnice obvezale su se na povremeno izvješćivanje o emisijama te usvajanje mjera i politika kojima se ublažava njihov utjecaj na globalne klimatske promjene. Republika Hrvatska je Protokol ratificirala 2007. godine, dok jedan od najvećih proizvođača stakleničkih plinova Sjedinjene Američke Države ne žele ratificirati Protokol. U svrhu smanjenja emisija u zrak, poglavito CO<sub>2</sub>, uspostavljen je sustav trgovanja emisijskim jedinicama stakleničkih plinova, koji nudi mogućnost većim zagađivačima za otkup emisijskih jedinica od onih operatera koji su proizveli manje količine stakleničkih plinova, čime se na području Europske Unije postiže preraspodjela emisija, a ujedno se takvim financiranjem stimulira ekološki prihvatljivija proizvodnja i tzv. „zelena“ tehnologija. Temeljem Uredbe o načinu trgovanja emisijskim jedinicama stakleničkih plinova (N.N., br. 89/20.), Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja dodjeljuje svim većim operaterima i operatoru zrakoplova određeni broj besplatnih emisijskih jedinica koje oni ako ih ne „utroše“ mogu prodati, odnosno ako ih „premaše“ moraju kupiti dodatne emisijske jedinice.

## TERITORIJALNE EMISIJE I POTROŠNJA PO STANOVNIKU

Prema podacima iz baze podataka (Izvor: <https://ourworldindata.org/>) za emisije stakleničkih plinova - od ugljičnog dioksida, metana, dušikovog oksida i F-plinova - zbrajaju se i mjere u tonama ekvivalenta ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub>e), pri čemu „ekvivalent“ znači „koji ima isti učinak zagrijavanja kao CO<sub>2</sub> tijekom razdoblja od 100 godina“. Sveukupno se u Svijetu godišnje prema dostupnim podacima za 2016. godinu emitiralo oko 50 milijardi tona CO<sub>2</sub> što je u usporedbi s 1990. godinom povećanje od 40 % kada je proi-

zvedeno oko 35 milijardi tona CO<sub>2</sub>. Po sektorima gledano, najveći emiter globalnih emisija su proizvodnja energije i transport sa 73,2 %, poljoprivreda i šumarstvo te namjena zemljišta sa 18,4 %, izravni industrijski procesi sa 5,2 % i sektor koji uključuje otpad sa 3,2 %. Prema podacima za 2019. ako se gledaju emisije CO<sub>2</sub> nastale izgaranjem fosilnih goriva za proizvodnju energije i cementa bez prenamjene zemljišta, najviše emisija godišnje emitirala je Kina sa 10,17 milijardi tona CO<sub>2</sub>, slijede Sjedinjene Američke Države (SAD) sa 5,28 milijardi tona CO<sub>2</sub>, Indija sa 2,62 milijarde tona CO<sub>2</sub>, Rusija sa 1,68 milijardi tona CO<sub>2</sub> i Japan sa 1,11 milijardi tona CO<sub>2</sub>. Republika Hrvatska je emitirala 17,88 milijuna tona CO<sub>2</sub> u sklopu EU-27 (bez Velike Britanije zbog Brexita) čije su zemlje članice sveukupno emitirale 2,92 milijarde tona CO<sub>2</sub>.

Postoji i detaljniji izračun prema kojem se emisije stakleničkih plinova raspodjeljuju po stanovniku tj. ukupne emisije dijele se s brojem stanovnika te se dobiva prosječna vrijednost po stanovniku ili po zemlji pojedinačno. Stoga najmnogoljudnije zemlje poput Kine i Indije nemaju najveći doprinos po stanovniku iako su najveći emiteri globalno, za razliku od zemalja koje su najveći proizvođači nafte i ugljikovodika. Za 2019. godinu prema prethodno navedenom izvoru svjetski prosjek iznosio je 4,73 tone/godišnje CO<sub>2</sub> po stanovniku, dok je za usporedbu svaki stanovnik Sjedinjenih Američkih Država godišnje doprinosio sa 16,16 tona CO<sub>2</sub>, Ujedinjenih Arapskih Emirata sa 19,52 tone CO<sub>2</sub> ili Trinidada i Tobaga sa 27,14 tona CO<sub>2</sub>. Prema zbirnim podacima svaki stanovnik EU-27 godišnje doprinosi sa 7,04 tone CO<sub>2</sub>, a za Republiku Hrvatsku to izdvojeno znači 4,48 tona CO<sub>2</sub> po stanovniku, čime smo nešto malo ispod svjetskog prosjeka.

Prethodno prikazani udjeli emisija vezani su uz mjesto nastanka, no ako se u obzir uzme trgovina i kretanje roba, tada se uvozom dobara i energije povećava udio emisija zemlje uvoznice dok se izvozom smanjuju ukupne emisije CO<sub>2</sub> zemlje izvoznice iako su za određeni proizvod emisije nastale na tom teritoriju. Zbog te činjenice, zemlje koje su postigle smanjenje ukupno emitiranih teritorijalnih emisija nisu smanjile i svoj udio emisija proizvedenih po stanovniku jer se povećao uvoz proizvoda. Ako se ugljični otisak promatra prema potrošnji, tada se u obzir uzimaju

način prehrane, odijevanje, uređaji i oprema, stanovanje i slično pa se može utvrditi koliko svaki pojedinac doprinosi porastu odnosno smanjenju emisija stakleničkih plinova. Prema rezultatima koje daju prije spominjani kalkulatori s interneta, istaknuto je da osobe koje konzumiraju meso imaju dvostruko veći ugljični otisak od vegana. Razlika u ugljičnom otisku također ovisi o tome kako se odijevamo tj. kakve materijale koristimo u odijevanju. Naime, prirodni materijali poput pamuka imaju veći ugljični otisak od sintetičkih s obzirom na način kako se dobiva sirovina, ali i u pogledu održavanja i pranja sintetički imaju manji utjecaj na okoliš. U razvijenom svijetu postoji i drugačiji pristup kupnji odjeće ili obuće koja se sezonski kupuje i u većim količinama od stvarnih potreba pa se stara odjeća ponekad ponovno upotrebljava nakon darivanja ili se odbacuje, a to sve dodatno povećava naš vlastiti ugljični otisak.

Izbor prijevoza je vrlo važan jer se javnim prijevozom smanjuje broj osobnih vozila na cesti. Također, izbor vozila na električni pogon prema kalkulatoru prihvatljiviji je od vozila s motorom na unutarnje sagorijevanje. Izborom dobavljača električne energije, tamo gdje je to moguće, pojedinac upotrebom energije iz obnovljivih izvora svakako umanjuje svoj ugljični otisak. Nažalost, nabava skupocjenog električnog automobila ne garantira i doprinos smanjenju emisija ako je električna energija za punjenje nastala u termoelektrani na ugljen. Veliku ulogu ima i zračni prijevoz jer mnogo ljudi putuje avionima, a te emisije ostaju visoko u atmosferi. U konačnici dolazimo i do gospodarenja otpadom gdje više otpada znači i veću potrošnju energije odnosno dodatne emisije stakleničkih plinova. Nažalost u vrijeme COVID-19 pandemije, upravo je ograničavanje kretanja ljudi utjecalo na smanjenje transporta ali i potrošnju što je za posljedicu imalo pozitivan efekt u kontekstu smanjenja ukupnih emisija stakleničkih plinova. U nekim gradovima se čak i poboljšala kvaliteta zraka zbog smanjenog broja vozila na prometnicama.

## MOGUĆNOST IZBORA

Kada bi suvremeni čovjek htio svoj ugljični otisak svesti na najmanju moguću mjeru, morao bi živjeti poput pećinskih ljudi van civilizacije.

Takav scenarij zamisliv je samo vrlo malom broju ljudi, dok u onim najsiromašnijim zemljama gdje je preživljavanje glavna misao, uopće nema potrebe za smanjivanjem ugljičnog otiska jer je ionako neznatan u odnosu na razvijene zemlje. Tamo pojedinac troši na sve što mu je dostupno ali i u većoj mjeri nego li mu je stvarno potrebno.

Stoga, ako se počne mijenjati svijest i prihvate ekološke prihvatljivije opcije svatko može umanjiti svoj ugljični otisak. To svakako ne znači da svi moraju postati vegetarijanci ili vegani, ali promjenom u pristupu koliko i kakvu hranu kupujemo te koliko hrane bacamo to je već pozitivan pomak. Kod hrane je najveći problem skladištenje i transport pa izbor lokalnih proizvođača znači svježiju hranu i manji utrošak energije za prijevoz, skladištenje, ambalažu, a ujedno se osnažuje domaća potrošnja i rast gospodarstva. Uz hranu dolazi i ambalaža tako da i tu postoje opcije izbora. Ako racionalnije trošimo tj. ne kupujemo suvišne i nepotrebne predmete; svakako utječemo na svoj ugljični otisak.

U razvijenim zemljama potrošnja energije znatno podiže vrijednost ugljičnog otiska po stanovniku, stoga je poželjno da se električna i toplinska energija ne rasipaju. Tu do izražaja dolazi energetska učinkovitost zgrada u kojima živimo, upotreba nužnih uređaja za rad i život s opcijom isključivanja kada se ne koriste, zatim upotreba energije dobivene iz obnovljivih izvora poput solarne, energije vode ili vjetra i dr. Izbor javnog prijevoza za razliku od korištenja osobnog vozila, gdje na cesti često susrećemo jednu ili dvije osobe unutar vozila, također ima znatan utjecaj na okoliš dok vožnjom bicikla i pješaćenjem osim uštede energije poboljšavamo i svoje zdravlje.

## CILJ EU DO 2050. GODINE

Razvijanjem kružnog modela gospodarstva koje preferira smanjenje potrošnje novih sirovina, ponovnu upotrebu, recikliranje uz poticanje tzv. „zelenih“ tehnologija, Republika Hrvatska je prihvatila smjernice Europske unije (EU) koja je u svojim strategijama i politikama postavila cilj prema kojem bi Europa do 2050. godine trebala biti kontinent bez emisija CO<sub>2</sub>. Ostvarivanjem tog cilja svakako bi se doprinijelo usporavanju trenda

globalnog zatopljenja tj. u narednih 30 godina bi eventualni rast temperature bio niži od 2 °C.

S obzirom da je EU odlučila postati globalni lider u „zelenim“ tehnologijama i održivom razvoju krajem 2015. godine postignut je Pariški sporazum o klimatskim promjenama, koji je stupio na snagu 2016. godine, a potpisale su 194 države i ratificirale njih 118. Nakon potpisivanja i promjenom vlasti u SAD došlo je do povlačenja iz sporazuma zbog namjere osnaživanja rudarskog sektora i upotrebe ugljena kao energenta, no 2021. godine novi predsjednik ponovno vraća SAD u zemlje potpisnice čime se obvezuju doprinijeti smanjenju svojeg udjela u emisijama koji je prilikom prvog potpisivanja iznosio gotovo 18 % globalnih emisija stakleničkih plinova (Izvor: [http://unfccc.int/paris\\_agreement/items/9485.php](http://unfccc.int/paris_agreement/items/9485.php)). U vrijeme potpisivanja 22 travnja 2016. godine Republika Hrvatska je u ukupnim emisijama EU-28 emitirala 0,07 % emisija stakleničkih plinova.

U vezi s Pariškim sporazumom u studenom 2018. godine Europska komisija predstavila je dugoročnu stratešku viziju smanjenja emisija stakleničkih plinova kojom bi Europa trebala predvoditi na putu ka klimatskoj neutralnosti odnosno gospodarstvu s neto nula emisija stakleničkih plinova. Kako se radi o duljem periodu zacrtani su ciljevi prema kojima se od svih zemalja članica EU-27 do 2030. godine očekuje smanjenje emisija stakleničkih plinova za 55 % u odnosu na razine iz 1990. godine, dok bi se potpuno smanjenje odnosno neto nula trebala postići do 2050. godine. Određeno je koji su glavni sektori (Izvor: UNFCCC; McKinsey analiza) u kojima su potrebna smanjenja emisija jer u EU 28 % emisija je dolazilo iz prometa, 26 % iz industrije, 23 % iz električne energije, 13 % iz zgrada i 10 % iz poljoprivrede, a 80 % svih emisija iz spomenutih sektora uzrokovano je izgaranjem fosilnog goriva. Za neke industrije još ne postoje alternativne tehnologije, no proizvodnja energije iz obnovljivih izvora i prelazak na električna vozila svakako bi trebali prepoloviti emitirane emisije. Glavni smisao „dekarbonizacije“ EU uz klimatski dio jest poboljšanje kvalitete življenja, razvijanje „zelenih“ tehnologija koje bi proizvele i nova radna mjesta, opciju izvoza znanja i tehnologija u ostale zemlje Svijeta, a samim time i rast BDP-a svake zemlje članice. Kako se radi o vrlo ambicioznom cilju, svaka zemlja članica EU-27 će morati doprinijeti

i izvješćivati Europsku komisiju o postizanju zacrtanih ciljeva pa tako i Republika Hrvatska. Za sada nije poznato što će biti u slučaju da se ne ostvare pojedinačni ciljevi.

## ZAKLJUČAK

Racionalno ponašanje, ekološka osviještenost i „zelene“ tehnologije te korištenje energije iz obnovljivih izvora, neophodni su za smanjenje ugljičnog otiska odnosno za manji utjecaj na promjenu klime jer nije svejedno kakav planet ćemo ostaviti djeci odnosno unucima jer smo ga od njih samo posudili. Industrijska revolucija značila je napredak čovječanstva, no u posljednjih 150 godina nepovratno smo „onečistili“ zrak, vodu i tlo, iskrčili šume, otopili led i ledenjake, a svakim danom nas ima sve više i potrebe za svime nam stalno rastu.

Zemlja je pokazala da se može obnoviti ako joj se daje prilika, no čovječanstvo se ne može vratiti u kameno doba. Stoga je izbor pojedinca svakako bitan, no za značajno smanjenje globalnog ugljičnog otiska potrebno je mijenjati pristup i politike zemalja. Za sada još ne možemo prestati koristiti fosilna goriva, ali se na alternativama radi jer niti njihove rezerve neće još dugo trajati. Evidentno je da ekološki pristup košta i opterećuje gospodar-

stvo, no dugoročno gledano neophodan je za kvalitetniji život, ali nudi i prilike za određene vrste ušteda. Hoće li Europa postati kontinent sa nultom emisijom stakleničkih plinova do 2050. godine pokazat će vrijeme, no ako ostane usamljena u ostvarenju tog cilja, napredak će biti lokalni ali ne i globalni te će izostati željeni efekt na klimatske promjene.

Izbor treba nuditi ali ga se ne smije nametati, stoga je neophodno educirati sve generacije i naglašavati neophodnost za promjenama u ponašanju te isticati prednosti tzv. „zelenih“ tehnologija. Strategije i politike koje će se donositi moraju biti jasno definirane, dok se novcem i potporama gospodarskom sektoru mora pomoći prilikom smanjivanja utjecaja fosilnih goriva, naročito u sektorima energetike i transporta ljudi i roba. Predstavnici naftne i petrokemijske industrije će naravno osporavati upotrebu novih tehnologija i isticati kako niti te nove tehnologije nisu skroz „zelene“, ali dok su u igri basnoslovni iznosi koje godišnje ostvaruju jasno je njihovo ponašanje. Smanjenjem vlastitog ugljičnog otiska svatko može doprinijeti i ako se taj koncept proširi na dovoljan broj pojedinaca onda će se smanjiti i ukupni ugljični otisak. Za svaku promjenu je potrebno vrijeme, određeno odricanje, novac i potpora velikog broja javnosti. Iz lošeg treba izvući pouke te bi nam svima trebao biti cilj da sutra živimo bolje i u čistijem okruženju.

*dr. sc. Branimir Fuk, dipl. ing. rud.*